

## BIOÉTICA E COMPLEXIDADE

## BIOETIC AND COMPLEXITY

Renata De Almeida Monteiro <sup>1</sup>

### Resumo

O presente artigo trata do desenvolvimento de organismos geneticamente modificados e sua inserção no ambiente natural, sem a análise sistêmica da interação de todos os organismos vivos existentes nesse sistema. O objetivo do estudo não foi discutir a conquista científica entabulada, mas sim chamar a atenção para a inclusão da tecnologia sem um critério de análise que leve em consideração a complexidade da tecnologia, já que envolve fatores econômicos, sociais e ambientais; tudo para que nenhuma dessas facetas se sobreponha à outra. Buscou-se na análise, a utilização do princípio da precaução na utilização dessa nova tecnologia.

**Palavras-Chave:** Organismos geneticamente modificados; complexidade; transdisciplinaridade; princípio da precaução.

### Abstract

This article deals with the development of genetically modified organisms and their integration in the natural environment, without the systemic analysis of the interaction of all the living organisms in this system. The objective was not to discuss scientific achievement, but draw attention to the inclusion of the technology without a careful analysis that takes into account the complexity of technology, as it involves economic, social and environmental factors; so that none overlaps the other. Sought on the analysis, the use of the precautionary principle in the use of this new technology.

### Keywords

Genetically modified organisms; complexity; transdisciplinary ; the precautionary principle.

### 1. Introdução

A inserção de novas tecnologias com organismos geneticamente modificados resultam na incidência de novos métodos de trabalho. Contudo, muitas vezes esses organismos não são suficientemente avaliados em todos os seus aspectos e se leva em consideração todos os atores envolvidos na sua inclusão no ambiente natural.

---

<sup>1</sup> Advogada, Professora de Direito Tributário na Faculdade de Direito da UniRV, Mestre pela PUC Goiás em Direito e Relações Internacionais, possui especializações em Direito Tributário pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás e em Direito Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas; graduação pela Universidade de Rio Verde.

Nota-se indiscutível dedicação e estudo à técnica, que é manipulada e profundamente estudada em laboratório, mas, os aspectos ligados à saúde, os sociais e os econômicos devem ser avaliados com a mesma dedicação quando da liberação do uso dessas tecnologias. O lucro gerado pela nova tecnologia não pode se sobrepor à sustentabilidade ambiental e aos fatores socioeconômicos e culturais.

Para esta avaliação, há que se deixar de lado o pensamento especializado e separado para analisar o fato com maior acurácia e sob diversos aspectos correlacionados, sendo sugerida a técnica da complexidade, traçada por Edgar Morin, que gera a transdisciplinaridade. Pelo uso dessas técnicas, é possível que o princípio da precaução seja efetivado e o desenvolvimento dos estudos passem a ter uma visão global sobre todos os fatores envolvidos, que não se limitam ao ambiente laboratorial e vão além, com atenção em outros ambientes e em outras espécies animais e vegetais.

## **2. O Desenvolvimento De Organismos Geneticamente Modificados**

Os organismos geneticamente modificados (OGMs) apareceram no cenário internacional em 1996 através do estudo da biotecnologia, que Santos e Souza Jr (2003, p.3) esclarecem que consiste em um “conjunto de técnicas que utilizam organismos vivos, ou partes destes, para produzir ou modificar produtos, melhorar geneticamente plantas ou animais, ou, ainda, desenvolver microorganismos para fins específicos”.

O termo transgênico, segundo o dicionário Houaiss da língua portuguesa, citado por Antunes, Guerrante e Pereira Júnior (2003, p. 50), refere-se ao “organismo que contém um ou mais genes transferidos artificialmente de outra espécie”. Assim, todo transgênico é um organismo geneticamente modificado (OGM), mas nem todo OGM é um transgênico. Isto porque “transgênico” é o organismo cujo material genético foi alterado através da aplicação da tecnologia do DNA recombinante, ou seja, pela introdução de genes provenientes de organismos de espécies diferentes. Antunes, Guerrante e Pereira Júnior (2003, p. 49) esclarecem que:

Se o organismo alvo for modificado geneticamente, por um ou mais genes provenientes de um organismo da mesma espécie do organismo alvo, este é considerado um organismo geneticamente modificado.

Esta tecnologia do DNA recombinante possibilitou a produção de vegetais geneticamente modificados, que podem ser classificados em três gerações:

a) 1ª Geração: reúne vegetais geneticamente modificados, que são mais resistentes a herbicidas, insetos, fungos e vírus.

b) 2ª Geração: reúne vegetais geneticamente modificados, que foram melhorados em qualidade e quantidade.

c) 3ª Geração: reúne plantas destinadas a produtos especiais, como hormônios, plásticos e vacinas.

Além da aplicação da tecnologia em vegetais, a tecnologia do DNA recombinante também vem sendo utilizada no reino animal e ainda em bactérias. No reino animal, há o desenvolvimento de pesquisas para a produção de alimentos através de características de interesse de produção. Há a tentativa de produção de órgãos humanos com a finalidade de realização de transplantes, o desenvolvimento de insetos que não transmitem doenças, dentre outros.

Nas bactérias geneticamente modificadas, há o estudo para o desenvolvimento de uma bactéria transgênica para a produção de insulina humana, usada no tratamento do diabetes.

É indiscutível que tais tecnologias, quando aplicadas com responsabilidade, representam enorme conquista científica. Ocorre que pouco se sabe sobre os riscos que esta nova técnica possa gerar à saúde e ao meio ambiente, afinal, tais pesquisas são feitas em laboratórios e a interação com a saúde humana e com o meio natural são desconhecidas.

As questões de segurança ambiental passaram a ser discutidas em 1980, com a liberação do plantio de plantas transgênicas em ambiente natural. Em 1992 ocorreu a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD 92), que aprovou a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e que foi assinada pela maioria dos países presentes.

Relativamente às preocupações com o meio ambiente, Santos e Souza Jr (2003, p.8) alertam:

Dentre as principais preocupações com o meio ambiente, quanto ao uso de transgênicos, destacam-se a possibilidade de transferência de genes para parentes próximos, de possíveis efeitos indesejáveis de genes exóticos (os que conferem resistência aos insetos ou tolerância a herbicidas) e dos possíveis efeitos sobre organismos não visados.

A principal preocupação internacional era voltada para os princípios e normas a serem aplicados aos OGMs por meio de uma legislação internacional, já que acidentes biológicos não respeitam fronteiras. A Conferência sobre o Comércio Internacional de Alimentos Transgênicos, realizada no Canadá, resultou na elaboração do “Protocolo de Biossegurança”, que aborda questões sobre avaliação e controle de riscos em biossegurança, especialmente para os países que não possuem sistemas regulatórios internos, como era o caso do Brasil à época, que assinou e ratificou o Protocolo através do Decreto-Legislativo nº 02/94 de 1994.

Malgrado a assinatura e ratificação do Protocolo, o Brasil optou pela elaboração de norma interna sobre o assunto em 1995 através da Lei de Biossegurança de nº 8.974/1995, com vistas à preservação do meio ambiente e da biodiversidade e à saúde da população, de modo a assegurar a adequação das pesquisas e a regular o uso e a liberação da engenharia genética no meio ambiente, através de organismos geneticamente modificados.

A aplicação da tecnologia dos organismos geneticamente modificados trás consigo benefícios e riscos e não há unanimidade entre os especialistas quanto a estas conseqüências. Freitas (2003, 116) destaca que somente com a massificação dos meios de comunicação, que se intensificaram os debates sobre as ameaças relacionadas aos produtos e processos industriais perigosos e acrescenta:

As permanentes discordâncias entre os especialistas, acerca das conseqüências de muitos desses produtos e processos para a saúde dos trabalhadores e das populações expostas, para o meio ambiente e as gerações futuras, não só passaram a revelar os limites e as incertezas do conhecimento científico sobre os diferentes problemas, como também trouxeram inúmeros outros autores não-especialistas (ONGs, sindicatos, associações de moradores, grupos de interesse, etc.) para o centro do debate, contribuindo para uma mudança no status social dos riscos.

Esse processo representou mudanças de atitude dos diversos atores envolvidos nos debates sobre os riscos, que deixaram de ter uma postura passiva e confiante nas mentes dos dirigentes das indústrias, para tomarem atitudes ativas de mobilização, questionamento e enfrentamento, no intuito de incluir todos os interessados na tomada de decisões. Sendo assim, o meio tradicional científico no trato das questões precisou ser revisto; a opinião dos doutos já não era mais unânime; a análise de fatores paralelos e correlacionados passou a ser indispensável.

Inicialmente, deve-se considerar que os riscos tradicionalmente eram avaliados separada e individualmente e as conseqüências eram visualizadas através da soma dos diversos efeitos de cada um desses casos. Ocorre que esta abordagem funciona bem na resolução de problemas simples, mas, no trato com questões complexas e que envolvam diversos atores, essa tratativa passa a não mais funcionar.

Em segundo lugar, tem-se o que deve ser considerado perigo. Para a comunidade científica, o perigo somente pode assim ser considerado quando devidamente demonstrado e comprovado. Contudo, na manipulação dos organismos geneticamente modificados, o perigo assim considerado precisaria causar danos à saúde e ao meio ambiente para ser visto com o cuidado devido, o que não parece razoável.

Um terceiro ponto a ser abordado se refere ao fato de que a avaliação de riscos não pode ser separada do gerenciamento dos riscos. Somente um trabalho conjunto conseguirá avaliar quem ou o que deve ser protegido e a maneira de fazê-lo.

Outro ponto não menos relevante diz respeito à avaliação dos riscos tão somente por especialistas. Freitas (2003, p. 123) esclarece:

A crítica se refere ao fato de caber somente aos especialistas avaliar os riscos, traduzindo a perspectiva utilitarista, o paradigma do ator racional e a concepção elitista de democracia, que se encontram na base das abordagens tradicionais sobre o risco.

Nessa concepção, a limitação da participação dos cidadãos nas avaliações de riscos e nos processos decisórios referentes ao gerenciamento de riscos impede que as questões complexas sejam vistas sob diferentes óticas e as consequências disso são que as avaliações de riscos acabam sendo realizadas de modo descontextualizado com as circunstâncias práticas e pouca atenção é dada ao impacto dos aspectos sistêmicos e interativos. Como resultado da falta de complexidade nesta análise, Freitas (2003, p. 125) visualiza as seguintes limitações:

- a) a não consideração de aspectos de longo prazo: sem uma análise sistêmica, qualquer avaliação a longo prazo passa a ser imprevisível, já que uma pequena mudança nas condições avaliadas pode resultar na alteração por completo dos resultados.
- b) a não consideração da variabilidade: determinados agentes não podem ser analisados de maneira isolada através de parâmetros estatísticos ou através de cálculos que têm como referência tempos e espaços delimitados, já que fatores como o espaço, tempo, contexto social, ambiental e tecnológico, que exigem a análise no mundo real, podem mudar os resultados previstos.
- c) problemas de extrapolação: testes e evidências consideradas somente por resultados de testes em animais de laboratório não consideram os problemas de escala e de mudança de nível organizacional no sentido de que organismos geneticamente modificados dentro de um laboratório, não convivem com o ecossistema e esta interação não pode ser simulada em laboratório.

Freitas (2003, p. 127) conclui pontuando que tais abordagens nos obrigam a superar o modelo unidimensional, positivista, reducionista e tecnocrático vigente para buscarmos integrar diferentes formas de conhecimento em toda a pluralidade de perspectivas, ouvindo todos os atores envolvidos, o que se mostra importante não somente para a compreensão do problema, mas também na resolução de problemas.

### **3. A Teoria Da Complexidade**

A noção de complexidade aplicada aos riscos implica em não reduzir a análise dos riscos e processos industriais a componentes isolados. A complexidade nos obriga a concluir que não existe nenhuma perspectiva simples que possa abarcar toda a realidade dos produtos transgênicos. Para tanto, deve-se evitar o reducionismo.

Quanto ao método da complexidade aplicável aos produtos transgênicos, Freitas, (2003, p. 129), *apud* Wynne, 1992, esclarece:

Os métodos convencionais de avaliação de riscos, ao considerarem de modo bastante reduzido a complexidade dos problemas, tendem a tratar as incertezas como se resultassem da incompleta definição de um sistema que, por princípio, poderá ter suas causas e efeitos determinados. Assim, acaba-se dando proeminência à uma restrita agenda de incertezas definidas – as que são tratáveis –, a partir do congelamento artificial do contexto em que o problema se situa, deixando invisíveis uma série de outras, de modo que significantes incertezas acabam sendo exogenizadas e tronam-se invisíveis ao conhecimento científico, restringindo um amplo entendimento dos limites de aplicabilidade da estrutura do conhecimento existente para novas situações.

A complexidade nos convoca, então, para uma reforma do pensamento e confere também um novo sentido à ação. Assim, deve-se conceber o fato de que a ciência não domina o reino da certeza. Na verdade, ela tem o domínio de múltiplas certezas, e não o da certeza absoluta no plano teórico.

Esta conclusão pode ser tirada a partir da análise das bases que nortearam a ciência clássica e que formavam os pilares da certeza, representados pela ordem, a separabilidade e a lógica.

A ordem do Universo, tal como entendida por Descartes e Newton, era o produto da perfeição divina. A separabilidade, baseava-se no pressuposto de que conhecer é separar e assim, frente a um problema complicado, dizia Descartes, era preciso dividi-lo em pequenos fragmentos e trabalhá-los um após o outro. Isso levou a ciência para o campo da especialização, que efetiva uma análise aprofundada desses fragmentos.

A lógica deve ser analisada como fruto da racionalidade. Então, qualquer contradição deveria ser eliminada, pois assinalava um erro. Todos esses traços da ordem, da separabilidade e da lógica, formavam o valor científico da certeza absoluta.

No desenvolvimento do pensamento complexo pode-se observar que a ordem entrou em crise com a descoberta da termodinâmica, que introduziu a desordem molecular no fenômeno chamado calor e que deu origem ao próprio Universo, quando atingiu um enorme grau de calor e agitação. Se o pilar da ordem estivesse plenamente correto, não seria possível a criação através da desordem.

A separabilidade, por sua vez, que leva à divisão das partes constituintes dos conjuntos organizados em sistemas, resultou em um conhecimento insuficiente, pois os seres vivos dependem do seu meio, de modo que não podem ser vistos de maneira isolada ou separada desse meio. Experiências realizadas com chimpanzés já demonstraram que não são observados incestos em seu ambiente natural, ao passo que, em cativeiro, este comportamento não foi o mesmo. Assim, a separabilidade perdeu seu valor absoluto.

Exemplo prático deste raciocínio, que deixa de lado os pilares da ciência clássica, pode ser dado a partir da descoberta das placas tectônicas, que permitiu a compreensão do planeta como um conjunto articulado e complexo. O ecologista, por exemplo, não conhece todos os dados da Zoologia, da Botânica, da Física ou da Geografia. Cada um dos atuantes em cada uma dessas áreas detém um conhecimento parcial.

Pascal, citado por Morin (1998), dizia “sendo todas as coisas ajudadas e ajudantes, causadas e causadoras, estando tudo unido por uma ligação natural e insensível, acho impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, e impossível conhecer o todo sem conhecer cada uma das partes”.

Surge assim o pensamento complexo, que conclama a não separação, a contextualização e a globalização de idéias. Morin (2005, p.13) define complexidade:

A um primeiro olhar, a complexidade é um tecido (*complexus*: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Num segundo momento, a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimento, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem nosso mundo fenomênico.

A complexidade traz, então, uma perspectiva transdisciplinar, no sentido de que a visão unidimensional, ou seja, a visão especializada, parcelada, é pobre. É preciso que ela seja ligada a outras dimensões. Morin (2005, p. 68) esclarece esse conceito:

A visão não complexa das ciências humanas, das ciências sociais, considera que há uma realidade econômica de um lado, uma realidade psicológica de outro, uma realidade demográfica de outro, etc. Acredita-se que estas categorias criadas pelas universidades sejam realidades, mas esquece-se que no econômico, por exemplo, há as necessidades e os desejos humanos. Atrás do dinheiro, há todo um mundo de paixões, há a psicologia humana.

A Abordagem Transdisciplinar é a tendência de reunir as disciplinas numa totalidade, ante os Fenômenos Naturais. É a tendência de criar pontes de conhecimento entre as disciplinas, um diálogo de integração, onde os Fenômenos Naturais possam ser encarados de diversas perspectivas diferentes ao mesmo tempo, gerando uma compreensão holística desse



Fenômeno, compreensão essa que não se enquadra mais dentro de nenhuma disciplina, ao final.

Não se quer dizer com tudo isso que os estudos das pesquisas com transgênicos sejam falsários. Na verdade, o que deve ser observado é que os organismos geneticamente modificados têm ainda pouco tempo de existência para afirmarmos, com certeza, que eles não trariam qualquer tipo de dano à saúde ou ao meio ambiente, mesmo porque, as pesquisas sobre eles desenvolvidas se limitaram a avaliá-los através do pilar da separabilidade, não sendo possível afirmar como será a interação desses organismos com o meio natural, especialmente à longo prazo.

A palavra transdisciplinaridade quer dizer aquilo que se encontra entre, através e além das disciplinas, o que implica em dizer que os seres não podem ser partidos nem compreendidos aos pedaços. É baseado nesse raciocínio complexo e transdisciplinar que se busca trabalhar o conhecimento *in vivo*, ao invés de *in vitro*, por não haver interação com o meio, como se dá nos experimentos com transgênicos (MORIN, 2005).

A maior parte dos problemas de saúde, incluindo-se os referentes aos riscos dos transgênicos, se caracterizam por um estágio incompleto de conhecimento científico. Testes laboratoriais, aferições ambientais, são elementos chave para a abordagem tradicional de avaliação de riscos, mas estão sujeitas a incertezas e, para enfrentá-las, faz-se necessário o envolvimento integrado de múltiplos aspectos de diferentes naturezas para que quaisquer problemas ligados a diversas áreas, sejam elas econômicas, sociais, naturais ou de saúde, sejam avaliados. Tudo isso implica que os processos decisórios sobre riscos não podem ser realizados tendo-se por base, somente, as análises técnico-científicas. Deve-se analisar os fatos de maneira holística e com precaução.

#### **4. A Complexidade E O Princípio Da Precaução**

No caso dos alimentos transgênicos, não podemos esquecer que se trata de uma tecnologia nova, de modo que inexistem informações concretas sobre seus efeitos ao meio ambiente e à diversidade biológica, bem como aos potenciais efeitos sobre a saúde humana. Nesta e em qualquer outra situação que envolva a complexidade de elementos, faz-se necessária a aplicação do princípio da precaução.

Wynne (1992), citado por Freitas, (2003, p. 134) esclarece que o princípio da precaução fornece efeito prático à filosofia preventiva, a qual se encontra associada como meio de justificar a intervenção regulamentadora para a restrição das descargas de poluição marinha, na ausência de provas consensuais, acerca dos danos ambientais.



O princípio da precaução foi citado pela primeira vez na Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro em 1992, e, consiste na prevenção quanto a possibilidade de degradação ambiental em casos de existência de ameaça de danos sérios ou irreversíveis, como no caso de inserção de novas tecnologias que envolvam a saúde e o meio ambiente.

As avaliações de riscos não podem ser feitas de maneira descontextualizada em relação às situações técnicas e práticas, sem se avaliar os aspectos sistêmicos e interativos, sob pena de não serem avaliados riscos presentes para as presentes e futuras gerações, de serem irreversíveis ou de difícil remediação; de serem complexos e possuírem grande variabilidade, envolvendo fatos científicos incertos; de envolverem diferentes valores e disputas, sejam elas econômicas ou sociais; de exigirem decisões rápidas e urgentes.

Diante desse panorama, o princípio da precaução vem ganhando cada vez mais força. Sua aplicação tem implicações no reconhecimento da escala do que conhecemos e do que não conhecemos, na mudança nos processos de avaliação de riscos para a tomada de decisões estratégicas.

A adoção do princípio da precaução não só muda a responsabilidade da prova para o criador de riscos em relação a natureza das provas científicas, como para a filosofia preventiva. Além disso, passa a exigir ações de prevenção e controle por parte do Estado, reconhece as incertezas e desconhecimentos, exigindo, em consequência, a ampla participação de todos os autores envolvidos nos processos decisórios, incorpora os aspectos sociais, econômicos, culturais, éticos e morais nas maneiras de se conhecer o problema e de decidir sobre quem se deve proteger e a que custo.

No caso dos alimentos transgênicos, o princípio da precaução deve ser sempre o norteador de todas as ações, que permitirá uma abordagem ampla do conhecimento e da tomada de decisões.

## **5. Conclusão**

Diante do exposto, tem-se que o surgimento dos organismos geneticamente modificados representaram grande avanço no estudo científico e domínio técnico. Contudo, o uso indiscriminado desses agentes, sem uma análise sistêmica através dos mecanismos da complexidade e da transdisciplinaridade, podem gerar consequências desastrosas para a saúde humana e para o meio ambiente, vez que todos esses fatores interagem mutuamente.

Diante disso, buscou-se por meio deste artigo, alertar para o necessário cuidado e para análise holística dos diversos fatores que podem sofrer interferência das novas tecnologias. Tudo isso porque num mundo capitalista, prevalecem quase sempre os interesses do mercado,

o que nem sempre representa uma escolha acertada. Assim, a aplicação do princípio da precaução amparado pelo pensamento transdisciplinar, amparam o desenvolvimento da ciência sob uma nova abordagem: a da interação com todos os agentes e atores que possam ser afetados pela descoberta, a fim de não trazer danos irreversíveis ao meio ambiente, com reflexos culturais, econômicos, sociais e à saúde.

### Referências

- ANTUNES, Adelaide Maria de Souza; GUERRANTE, Rafaela Di Sabato; e PEREIRA JÚNIOR, Nei. Transgênicos: a difícil relação entre a Ciência, a Sociedade e o Mercado. In: VALLE, Silvio; e TELLES, José Luiz (Orgs.). **Bioética e Biorrisco: Abordagem Transdisciplinar**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. P. 47-68.
- FREITAS, Carlos Machado de. Avaliação de Riscos dos Transgênicos Orientada pelo Princípio da Precaução. In: VALLE, Silvio; e TELLES, José Luiz (Orgs.). **Bioética e Biorrisco: Abordagem Transdisciplinar**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. P. 113-142.
- MORIN, E. **A religação dos saberes**; o desafio do século XXI. São Paulo. Bertrand Brasil, 2005.
- MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Porto Alegre: Sulina, 3ª Edição, 2007.
- MORIN, E. **Complexidade e Liberdade**. In: MORIN, Edgar; PRIGOGINE, Ilya (Eds.). A sociedade em busca de valores. Para fugir à alternativa entre cepticismo e dogmatismo. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.
- SANTOS, Patricia de Melo dos; e SOUZA JÚNIOR, Manoel Teixeira. Desenvolvimento de Plantas Transgênicas. In: VALLE, Silvio; e TELLES, José Luiz (Orgs.). **Bioética e Biorrisco: Abordagem Transdisciplinar**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. P. 03-30.